



**LAPORAN SKRIPSI**

**UJI *EKSPERIMENTAL* DAN ANALISA PENGARUH  
KETINGGIAN TERHADAP DAYA DAN PUTARAN YANG  
DIHASILKAN TURBIN ANGIN SUMBU *VERTIKAL* TIPE  
*SAVONIUS***

**UNTUNG PRAYITNO**

**NIM. 2014-54-092**

**DOSEN PEMBIMBING**

**RIANTO WIBOWO, S.T., M. Eng**

**ROCHMAD WINARSO, S.T., M.T**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MURIA KUDUS**

**2018**



## HALAMAN PERSETUJUAN

### **UJI EKSPERIMENTAL DAN ANALISA PENGARUH KETINGGIAN TERHADAP DAYA DAN PUTARAN YANG DIHASILKAN TURBIN ANGIN SUMBU *VERTIKAL* TIPE *SAVONIUS***

**UNTUNG PRAYITNO**

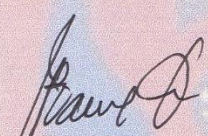
**NIM. 2014-54-092**


Kudus, 27 Agustus 2018

Menyetujui,

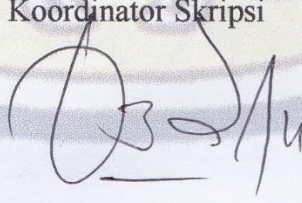
Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
**Rianto Wibowo, S.T., M. Eng**  
NIDN. 0630037301

  
**Rochmad Winarso, S.T., M.T**  
NIDN. 0612037201

Mengetahui  
Koordinator Skripsi

  
**Qomaruddin, S.T., M.T**  
NIDN. 0626097102



## HALAMAN PENGESAHAN

### UJI *EKSPERIMENTAL* DAN ANALISA PENGARUH KETINGGIAN TERHADAP DAYA DAN PUTARAN YANG DIHASILKAN TURBIN ANGIN SUMBU *VERTIKAL* TIPE *SAVONIUS*

UNTUNG PRAYITNO

NIM. 2014-54-092

Kudus, 27 Agustus 2018

Menyetujui,

Ketua Penguji,

**Qomaruddin, S.T., M.T**  
NIDN. 0626097102

Anggota Penguji I,

**Bachtiar Satya Nugraha, S.T., M.T**  
NIDN. 0624077201

Anggota Penguji II,

**Rianto Wibowo, S.T., M. Eng**  
NIDN. 0630037301

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



**Mohammad Dahlan, S.T., MT**  
NIDN. 0601076901

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

**Rianto Wibowo, S.T., M. Eng**  
NIDN. 0630037301



## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Untung Prayitno  
NIM : 2014-54-092  
Tempat & Tanggal Lahir : Kudus, 19 April 2018  
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Uji *Eksperimental* Dan Analisa Pengaruh  
Ketinggian Terhadap Daya Dan Putaran Yang  
Dihasilkan Turbin Angin Sumbu *Vertikal* Tipe  
*Savonius*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 19 April 2018

Yang memberi pernyataan,



Untung Prayitno  
NIM. 201454092

# **UJI *EKSPERIMENTAL* DAN ANALISA PENGARUH KETINGGIAN TERHADAP DAYA DAN PUTARAN YANG DIHASILKAN TURBIN ANGIN SUMBU *VERTIKAL* TIPE *SAVONIUS***

Nama mahasiswa : Untung Prayitno

NIM : 2014-54-092

Pembimbing :

1. Rianto Wibowo, S.T., M. Eng

2. Rochmad Winarso, S.T., M.T

## **RINGKASAN**

Energi angin adalah suatu jenis sumber energi yang berasal dari alam, energi angin merupakan salah satu energi terbarukan yang sangat berpotensi untuk menghasilkan energi listrik, pemanfaatan energi angin menjadi energi listrik ini melalui proses - proses konversi, yaitu energi awal berupa energi potensial (angin) diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak, gerakan yang dihasilkan berupa putaran.

Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Cara kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan energi kinetik yang berupa angin kemudian diubah kedalam bentuk energi mekanik dalam bentuk putaran, putaran inilah yang digunakan sebagai pembangkit listrik dengan menggunakan bantuan generator.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah faktor ketinggian berpengaruh terhadap daya angin dan putaran turbin. Serta bertujuan untuk mengetahui daya generator, koefisien daya, dan tip speed ratio dari turbin angin tersebut.

Penelitian ini menggunakan turbin angin sumbu vertikal tipe savonius dengan sudu-sudu sebanyak 5 sudu diameter sudu 90 cm, dan tinggi 100 cm, bahan yang digunakan adalah plat stainless steel 0,2 mm. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan memvariasikan ketinggian penempatan turbin pada ketinggian 2 meter; 5 meter; dan 10 meter. Variabel pengukuran yang diambil dalam penelitian ini yaitu kecepatan angin, kecepatan putaran poros, suhu, tegangan dan arus listrik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor ketinggian mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh turbin angin, dimana daya angin yang diperoleh pada setiap variasi ketinggian yaitu pada 2 meter daya angin 223,90 watt, 5 meter 225,50 watt, dan pada 10 meter 551,93 watt. Daya listrik rata-rata yang dihasilkan pada tiap variasi ketinggian yaitu 1,23 watt, 1,34 watt, dan 2,03 watt. Koefisien daya dan tip speed ratio rata-rata yg dihasilkan tiap variasi ketinggian yaitu, 1,04% pada TSR sebesar 0,72. 0,65% pada TSR sebesar 0,66 dan 0,56 % pada TSR sebesar 0,65

Kata kunci : Energi angin, Trubin angin, turbin angin tipe savonius, daya angin, koefisien daya, *tip speed ratio*.



***EXPERIMENTAL TESTS AND ANALYSIS OF EFFECT OF  
POWER TO POWER AND ROUND THAT HAVE TURBINE  
WIND VERTICAL TURBINE SAVONIUS TYPE***

*Student Name* : Untung Prayitno

*Student Identity Number* : 2014-54-092

*Supervisor* :

1. Rianto Wibowo, S.T., M. Eng

2. Rochmad Winarso, S.T., M.T

***ABSTRACT***

*Wind energy is a type of energy source derived from nature, wind energy is one of the renewable energy that has the potential to generate electrical energy, the utilization of wind energy into electrical energy through the conversion process, namely the initial energy of potential energy (wind) is changed into mechanical energy in the form of motion, the movement that is in the form of rotation.*

*Vertical axis wind turbine has a small efficiency because it utilizes drag force The power obtained comes from the difference between the driving force of the positive and negative moments that occur in the rotor. Savonius wind turbine is one type of vertical shaft wind turbine. (Nurchayati and Pamuji 2016)*

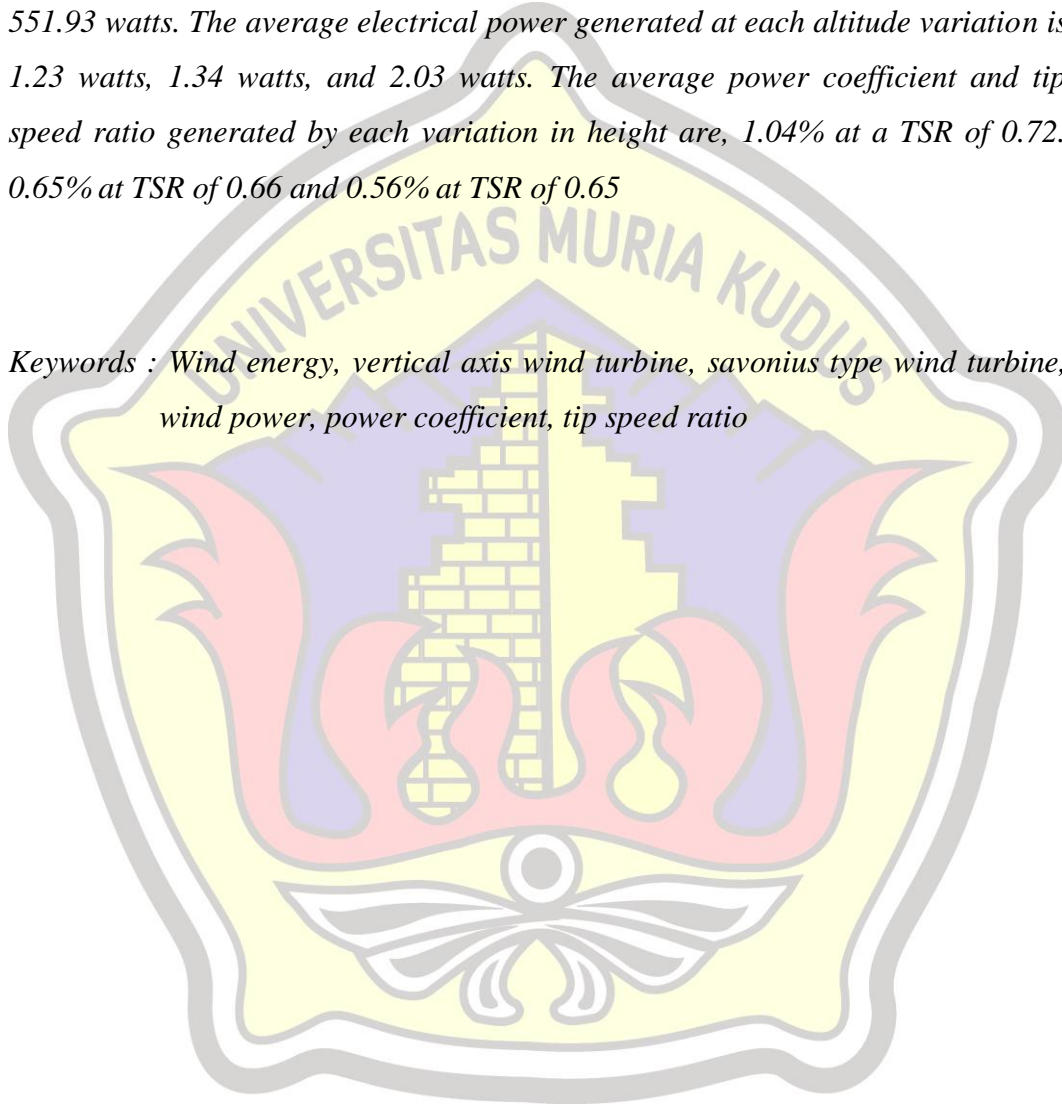
*. The purpose of this study was to determine whether the height factor affected the wind power and turbine rotation. And aims to determine the power of the generator, power coefficient, and the speed ratio tip of the wind turbine.*

*This research uses savonius type vertical axis wind turbine with blades as much as 5 blades diameter of 90 cm blade, and height of 100 cm, the material used is stainless steel plate 0.2 mm. The method used is an experimental method by varying the height of the placement of the turbine at a height of 2 meters; 5*

*meters; and 10 meters. Measurement variables taken in this study are wind speed, shaft rotation speed, temperature, voltage and electric current*

*The results showed that the height factor influences the power produced by the wind turbine, where the wind power obtained at each variation in height is at 2 meters wind power 223.90 watts, 5 meters 225.50 watts, and at 10 meters 551.93 watts. The average electrical power generated at each altitude variation is 1.23 watts, 1.34 watts, and 2.03 watts. The average power coefficient and tip speed ratio generated by each variation in height are, 1.04% at a TSR of 0.72. 0.65% at TSR of 0.66 and 0.56% at TSR of 0.65*

*Keywords : Wind energy, vertical axis wind turbine, savonius type wind turbine, wind power, power coefficient, tip speed ratio*





## KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas berkat, rahmat, taufik dan Hidayah-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul **“Uji *Eksperimental* Dan Analisa Pengaruh Ketinggian Terhadap Daya Dan Putaran Yang Dihasilkan Turbin Angin Sumbu *Vertikal Tipe Savonius*”**. dapat diselesaikan dengan baik oleh penulis, meskipun terdapat halangan-halangan yang menjadi pelambat pengerjaannya.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin Universitas Muria Kudus. Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak dan berkat dari Allah SWT sehingga kendala-kendaka yang dihadapi tersebut dapat diatasi.

Untuk itu penulis menyampaikan ucapan banyak-banyak terimakasih dan penghargaan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Selain itu juga penulis menyampaikan termakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi kesempatan, kesehatan, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya serta kaka, adik saya serta keluarga besar saya di Palembang yang senantiasa selalu memberikan kasih sayangnya, doa, nasehat, materi, semangat, serta dukungan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. H. Suparno, S.H., M.S. Selaku rektor Universitas Muria Kudus yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan selama mengikuti studi.
4. Bapak Mohammad Dahlan, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus yang telah memberikan kemudahan dan motivasi dalam menyelesaikan studi.

5. Bapak Rianto Wibowo, S.T., M.Eng. selaku ketua Program Studi Teknik Mesin dan juga selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing serta memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini.
7. Dosen penguji skripsi, yang telah banyak memberikan masukan, kritik, dan sarannya tentang materi-materi yang penulis belum pahami sebelumnya.
8. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan ilmu, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
9. Bapak Haryanto, S.T. Abdul Ghofur, S.T. Dan Setiawan Harmoko, S.T. Selaku Laboran Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah membantu dalam proses pembuatan skripsi ini.
10. Terima kasih juga kepada Wachid Abdi S, Rohmat Ali F, Rio Wicaksono I T, Sodik Kuntoro. Anggota timku turbin angin sumbu vertikal tipe Savonius yang telah banyak memberi masukan, motivasi, bantuan tenaga, moral maupun materi, dan do'anya sampai terselesaikannya skripsi ini. *"ALWAYS BEST FRIEND"*
11. Sahabat dan teman-temanku yang telah memberikan bantuan, dukungan, nasihat dan pengalaman selama ini.
12. Staf tata usaha (TU) jurusan teknik mesin, yang telah meluangkan waktunya untuk saya mengurus keperluan administrasi.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.



Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga buku tesis ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, 20 Agustus 2018

Penulis

**Untung Pravitno**

2014-54-092



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	5
1.5.1. Manfaat Bagi Penulis.....	5
1.5.2. Manfaat Bagi Akademisi .....	5
1.5.3. Manfaat Bagi Pengguna.....	5
1.6. Metode Pengumpulan Data .....	6
1.7. Sistematika Penulisan.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Turbin Angin .....	9
2.2 Turbi Angin Poros Vertikal.....	11
2.2.1. Trubin Angin Savonius.....	13
2.2.2. Turbin Angin Daerrius.....	16
2.2.3. Turbin Angin H-rotor.....	17



2.2.4. Turbin Angin WePOWER / WePOWER Eco .....	18
2.3 Turbin Angin Sumbu Horizontal.....	19
2.3.1. Turbin Angin <i>Propelleer</i> .....	19
2.3.2. <i>Dutch Windmill</i> .....	20
2.3.3. <i>Cretan Sail</i> .....	21
2.3.4. <i>American Windmill</i> .....	22
2.4 Energi Angin .....	23
2.5 Generator.....	24
2.5.1. Prinsip Kerja Generator .....	25
2.5.2. Gaya Gerak Listrik (GGL).....	25
2.5.3. Generator Arus Searah.....	26
2.5.4. Generator Arus Bolak-Balik.....	27
2.6 Sistem Transmisi .....	27
2.7 Definisi dan Simbol Flowchart .....	27
2.7.1. Pengertian Dasar Flowchart.....	27
2.7.2. System Flowchart : .....	28
2.7.3. Program Flowchart .....	28
2.7.4. Simbol-simbol Flowchart .....	29
2.8 Rumus Perhitungan .....	32
2.8.1. Teori Momentum Elementer Betz .....	32
2.8.2. Pengaruh Ketinggian Terhadap Kecepatan Angin.....	35
2.8.3. Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) .....	36
2.8.4. Daya Angin.....	38
2.8.5. Torsi Pada Turbin .....	39
2.8.6. Daya Turbin .....	40
2.8.7. Daya Generator.....	41
2.8.8. Koefisien Daya ( <i>CP</i> ).....	41
2.8.9. <i>Tip Speed Ratio</i> ( <i>TSR</i> ).....	43
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>45</b>
3.1. Metodologi Penelitian .....	45
3.2. Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	45

3.3. Penjelasan Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	47
3.3.1. Mulai.....	47
3.3.2. Studi Literatur.....	47
3.3.3. Penentuan Spesifikasi Dan Jenis Turbin.....	47
3.3.4. Identifikasi Dan Perumusan Masalah.....	47
3.3.5. Pengumpulan Data.....	48
3.3.6. Pembuatan Turbin.....	48
3.3.7. Hasil Desain Turbin.....	49
3.3.8. Pengujian Turbin.....	49
3.3.9. Pengambilan Data.....	49
3.3.10. Pembuatan Laporan.....	50
3.3.11. Selesai.....	50
3.4. Tempat Penelitian.....	50
3.5. Waktu penelitian.....	50
3.6. Alat Dan Objek Penelitian.....	51
3.6.1. Alat.....	51
3.6.2. Objek Penelitian.....	54
3.7. Variabel Penelitian.....	58
3.7.1. Variabel Bebas.....	58
3.7.2. Variabel Tetap.....	58
3.7.3. Variabel Ukur.....	58
3.7.4. Parameter yang Dihitung.....	59
3.8. Langkah penelitian.....	59
3.9. Pengambilan Data.....	62
3.10. Langkah Pengolahan Data.....	63
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>65</b>
4.1 Pengujian Dan Analisa Data.....	65
4.1.1. Pengujian turbin angina.....	65
4.1.2. Hasil pengujian.....	66
4.1.3. Hasil pengujian daya turbin angin.....	67
4.2 Perhitungan dan Analisa Data.....	68



4.2.1. Perhitungan Torsi Pada Turbin.....	68
4.2.2. Perhitungan Daya Turbin.....	69
4.2.3. Perhitungan Kerapatan udara.....	69
4.2.4. Perhitungan Energi Angin .....	69
4.2.5. Perhitungan Daya Listrik Yang Dihasilkan .....	71
4.2.6. Koefisien Daya ( $C_p$ ) .....	72
4.2.7. <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR).....	72
4.3 Data Hasil Perhitungan.....	74
4.4 Grafik Hasil Perhitungan Dan Analisa.....	75
4.4.1. Grafik Ketinggian Terhadap Daya Angin.....	75
4.4.2. Grafik Untuk Daya Angin Terhadap Putaran Rotor Turbin .....	76
4.4.3. Grafik Untuk Kecepatan Angin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Oleh Generator.....	78
4.4.4. Grafik Untuk <i>Tip Speed Ratio</i> (TSR) Dengan..... Koefisien Daya ( $C_p$ ) .....	80
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	85
5.1. Kesimpulan.....	85
5.2. Saran.....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	89
<b>LAMPIRAN 1</b> .....	92
<b>LAMPIRAN 2</b> .....	95
<b>LAMPIRAN 3</b> .....	104
<b>LAMPIRAN 4</b> .....	109

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Turbin Angin .....	10
Gambar 2.2	Desain Turbin Angin .....	11
Gambar 2.3	Turbin Angin <i>Vertikal</i> .....	12
Gambar 2.4	Bentuk Rotor Turbin Angin Tipe U Dan L .....	13
Gambar 2.5	Aliran Fluida/Angin Pada Savonius ( <i>By Savonius</i> ) .....	14
Gambar 2.6	Aliran Fluida/Angin Pada Savonius ( <i>By Savonius</i> ) .....	14
Gambar 2.7	<i>Profil Of Shapes Alt Rich Savonius Was Experimenting</i> .....	15
Gambar 2.8	<i>varian of rotor wich savonius was experimenting</i> .....	15
Gambar 2.9	Aliran Udara Turbin Angin Tipe U Dan L .....	16
Gambar 2.10	<i>Daerius Eggbeater / Curved Bladed</i> .....	16
Gambar 2.11	<i>Straightbladed / H-Rotor Concep</i> .....	17
Gambar 2.12	<i>Daerius Curved Bladed In Magdalena Island, Columbia</i> .....	18
Gambar 2.13	<i>Vertical Axis Wind Turbin We Power</i> .....	19
Gambar 2.14	<i>Turbin Angin Propeller. Enercon E66 Dan Aerostar Wind Turbine</i> .....	20
Gambar 2.15	<i>Dutch Windmolen, Kinderdijk 1740</i> .....	21
Gambar 2.16	<i>Cretan Sail Windmill, German</i> .....	22
Gambar 2.17	<i>American Windmill</i> .....	23
Gambar 2.18	Generator Mobil .....	25
Gambar 2.19	Induksi Medan Listrik .....	26
Gambar 2.20	Contoh System Flowchart .....	28
Gambar 2.21	<i>Conceptual Flowchart Dan Detail Flowchart</i> .....	29
Gambar 2.22	Profil Kecepatan Angin Melewati Penampang Rotor .....	33
Gambar 2.23	Diagram Skematik Dari Turbin Angin Rotor Savonius .....	38
Gambar 2.24	Grafik Hubungan Koefisien Daya Dan Tip Speed Ratio Maksimal Dari Berbagai Jenis Kincir .....	43
Gambar 3.1	Diagram Alir Proses Penelitian .....	46
Gambar 3.2	Digital Multi Meter .....	51
Gambar 3.3	Digital Tachometer .....	52
Gambar 3.4	Thermo Anemometer .....	53
Gambar 3.5	Higrometer .....	53
Gambar 3.6	Generator .....	54
Gambar 3.7	Sudu-Sudu Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius .....	55
Gambar 3.8	Rangka Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius .....	56
Gambar 3.9	Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius .....	57
Gambar 3.10	Penempatan Alat Ukur Pada Turbin .....	61

Gambar 3.11	Pengujian Turbin Angin .....	62
Gambar 4.1	Diagram Alir Proses Pengujian .....	66
Gambar 4.2	Grafik Ketinggian Terhadap Daya Angin .....	76
Gambar 4.3	Grafik Daya Angin Terhadap Putaran Rotor Pada Ketinggian 2 Meter .....	77
Gambar 4.4	Grafik Daya Angin Terhadap Putaran Rotor Pada Ketinggian 5 Meter .....	77
Gambar 4.5	Grafik Daya Angin Terhadap Putaran Rotor Pada Ketinggian 10 Meter .....	78
Gambar 4.6	Kecepatan Angin Terhadap Daya Generator Pada Ketinggian 2 Meter .....	79
Gambar 4.7	Kecepatan Angin Terhadap Daya Generator Pada Ketinggian 5 Meter.....	79
Gambar 4.8	Kecepatan Angin Terhadap Daya Generator Pada Ketinggian 10 Meter .....	80
Gambar 4.9	Tip Speed Ratio (Tsr) Terhadap Koefisien Daya (Cp) Pada Ketinggian 2 Meter .....	81
Gambar 4.10	Tip Speed Ratio (Tsr) Terhadap Koefisien Daya (Cp) Pada Ketinggian 5 Meter .....	82
Gambar 4.11	Tip Speed Ratio (Tsr) Terhadap Koefisien Daya (Cp) Pada Ketinggian 10 Meter .....	83



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Gambar Simbol Flowchart Yang Umum Digunakan .....	30
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Pada Ketinggian 2 Meter .....	67
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Pada Ketinggian 5 Meter .....	67
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Pada Ketinggian 10 Meter .....	68
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Pengujian Pada Ketinggian 2 Meter .....	74
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Pengujian Pada Ketinggian 5 Meter.....	74
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Pengujian Pada Ketinggian 10 Meter.....	75



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Nomor Persamaan
$\rho$	Kerapatan udara	Kg/m <sup>2</sup>	2.16
$\alpha$	Sudut defleksi	rad	2.12
$\mu$	Efisiensi generator	%	2.25
$\omega$	Kecepatan sudut	Rad/s	2.22
$\lambda$	Tip speed ratio	%	2.26
$\pi$	3,14	pi	2.19
$A$	Luas area sapuan rotor/luas penampang	m <sup>2</sup>	1,3
$C_p$	Koefisien daya	%	2.24
$E_K$	Energi kinetik	Nm	2.13
$H$	Height/tinggi sudu-sudu	meter	2.18
$I$	Arus output generator	ampere	2.23
$m$	Massa udara	Kg	2.13
$n$	Putaran rotor turbin	rpm	2.22
$p$	Daya angin	watt	2.18
$P_a$	Daya yang dihasilkan oleh angin	watt	2.24
$P_k$	Daya yang dihasilkan oleh generator	watt	2.24
$P_o$	Daya generator/daya listrik	watt	2.23
$R$	Jari-jari turbin	meter	2.26
$T$	torsi	newton	2.19
$v$	Kecepatan angin	m/s	2.12
$V$	Tegangan output generator	volt	2.23
$W$	Width/lebar sudu-sudu	meter	2.18
$z$	Ketinggian referensi	m	2.12

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel Massa Jenis Udara .....	92
Lampiran 2	Foto Pengujian Turbin Angin .....	95
Lampiran 3	Buku Bimbingan Skripsi .....	104
Lampiran 4	Biodata Penulis .....	109





## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

TSR	: <i>tip speed ratio</i>
$C_p$	: koefisien daya
$P_T/P_o$	: daya yang dihasilkan generator
$P_a$	: daya yang dihasilkan oleh angin
$A$	: luas daerah sapuan angin
$T$	: torsi
$P$	: daya rencana turbin
$V$	: laju volume udara
EK	: energi kinetik angin
$W$	: lebar sudu-sudu
$H$	: tinggi sudu-sudu
$v$	: kecepatan angin
$m$	: massa udara